云　南　植　物　研　究　2002，24（1）：1～13
Acta Botanica Yunnanica

西双版纳热带雨林与海南热带雨林的比较研究*

朱　华，周虹霞
（中国科学院西双版纳热带植物园昆明分部，云南 昆明　650223）

摘要：西双版纳的热带雨林与海南低地热带雨林和热带季雨林有基本一致的植物区系组成，群落中优势科无论在种数百分比还是重要值排名上均较接近，显然属于同样性质的植物区系。在生态特征上，西双版纳热带雨林群落高大，分层不明显，B 层为林冠层，散生巨树常见；在生活型谱上以高位芽植物占绝对优势，大、中高位芽植物相对较多，落叶树种比例小；以中叶、纸质、全缘和复叶比例较高为特征，具有最接近海南低地湿润雨林的群落垂直结构和生态外貌，其雨林特点虽不如湿润雨林浓厚，但明显强于海南的热带常绿季雨林和山地雨林。海南常绿季雨林群落高度明显较矮，小叶比例通常较高，革质叶比例亦较高，群落具有明显的旱生特点。海南的山地雨林群落高度较矮，A 层连续，成为林冠，无散生巨树，分层明显，在生活型谱上大高位芽植物比例减少，附生植物丰富，并具有相当比例的地面芽植物；叶级虽以中叶占优势，但通常革质、非全缘和单叶比例较高，明显由于热量不足的影响而带有亚热带森林特色。在物种多样性上，西双版纳热带雨林的乔木物种多样性指数似乎与海南的低地热带雨林相当，低于海南的山地雨林群落。海南的热带雨林群落种类丰富度不同人研究的结果差异较大，如果这些用于比较的数据可靠和具有可比性的话，西双版纳热带雨林的物种多样性要比海南的山地雨林低。

关键词：热带雨林；植物区系组成；生态外貌；物种多样性；西双版纳；海南
中图分类号：Q 948　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：0253－2700(2002)01－0001－13

A Comparative Study on the Tropical Rain Forests in Xishuangbanna and Hainan

ZHU Hua，ZHOU Hong－Xia
(*Kunming Section of Xishuangbanna Tropical Botanical Garden*，*Chinese Academy of Sciences*，Kunming 650223，China)

Abstract：The tropical rain forests dispersed over Hainan Island，southern China and those occurring in Xishuangbanna，southwestern China were comparatively studied. The main points of the study are as follows：1. According to our statistics of the species percentage and importance value in community，the lowland rain forest and tropical monsoon forest on Hainan share the same dominant families with the tropical rain forest in Xishuangbanna，suggesting that the forests in the two regions are floristically common in nature. 2. The ecological and physiognomic characters of the tropical rain forest in Xishuangbanna are very similar to those of

* 基金项目：云南省应用基础研究基金（98C096M），中国科学院九五重大项目（KZ951－A－104 课题）及 KSCX2－1－06B 课题，中国科学院百人计划
收稿日期：2000－10－23，2000－12－28 接受发表
作者简介：朱华（1960－）男，理学博士，研究员，主要从事热带植物学研究工作。

the tropical rain forest dispersed over the lowland of Hainan in terms of the forest profile with three layers and emergent trees, the plants dominated by mega – and meso – phanerophytes as well as by chartaceous and entire mesophylls with higher percentage of compound leaves. The tropical rain forest in Xishuangbanna conspicuously differs from the tropical evergreen rain forest of Hainan. The latter has a lower canopy, and its plants dominantly possess leathery microphylls. The tropical rain forest in Xishuangbanna also differs from the tropical montane rain forest in Hainan, which has a much lower canopy without emergent trees, less megaphanerophytes, more epiphytes and much more hemicryptophytes. Furthermore, the montane rain forest is also characterized by plants with leathery and non – entire mesophylls and a lower percentage of compound leaves. With respect to the species diversity of plants, the forest in Xishuangbanna seems to possess almost the same diversity as the lowland rain forest in Hainan, but lower than the montane rain forest on the island. However, our statistic results should carefully be explained, because the numbers of plant species of the rain forests in Hainan are quite different according to the various resources in the literature.

Key words: Tropical rain forests; Floristic composition; Ecological physiognomy; Species diversity; Xishuangbanna; Hainan

中国的热带森林主要分布在西藏东南部，云南、广西、台湾的南部和海南岛，在植被地理上属于亚洲热带森林的北部边缘部分。目前仍复盖着较大面积热带森林的部分主要是在云南南部西双版纳和海南。

西双版纳的热带雨林又称季节性雨林，最初主要依据标识树种和生境分为湿性季节雨林、干性季节雨林和石灰山季节雨林 3 **种类型（曲仲湘等，**1960**）。湿性季节雨林因主要分布在沟谷生境，又称沟谷雨林，而干性季节雨林分布于低丘台地和低山坡上，又称低丘雨林（金振洲，**1983**）。后来，按植被分类系统把湿性季节雨林明确为千果榄仁、番龙眼林群系，把干性季节雨林明确为大药树、龙果、橄榄群系，而把石灰山季节性雨林归为千果榄仁、番龙眼群系中的** 1 **个群落类型（吴征镒主编，**1987**）。根据最近金振洲教授的系统分类（金振洲和欧晓昆，**1997**），西双版纳的热带季节性雨林为热带雨林植被型的** 1 **个亚型，下分** 4 **个群系，即：**1**）大药树（见血封喉）、龙果群系；**2**）番龙眼、千果榄仁群系；**3**）望天树群系；**4**）大叶木莲群系。西双版纳的石灰山季节雨林，依据群落结构、生态外貌、生境特点和植物区系组成亦可归到沟谷雨林和低丘雨林二大类，各包括几个群落类型（王洪等，**1997**；**Zhu **等，**1998**）。依据群落结构、生态外貌、生境特点和植物区系组成综合考虑，我们认为在群系之上使用群系组这一辅级，作为较接近的各个群系的** 1 **个松散归类，把西双版纳的热带雨林识别为** 2 **个群系组，并根据其分布生境使用沟谷雨林和低丘雨林来称谓它们（朱华等，**1998**），在较高植被分类等级上来分析描述西双版纳的热带季节雨林，与其它相近类型植被作比较研究，较为具有代表性。西双版纳的龙脑香林，如望天树林，根据其生态外貌、生境特点和植物区系组成应属于沟谷雨林的** 1 **种群落类型。**

海南的热带森林植被研究开始得比较早，发表的论文也较多。然而，因研究的人较多，不同的人研究的深浅和范围不一样，对海南热带森林的描述和植被类型的划分、称谓差异较大。例如："广东植被"（广东植物研究所，1976**）把海南的主要热带常绿森林植被分为热带雨林（**Tropical rain forest**）和热带季雨林（**Tropical monsoon forest**）**2 **个植被类型，并把热带雨林的山地类型称山地雨林（**Montane rain forest**），作为热带雨林的山地亚型。胡**

婉仪（1985）、黄全等（1986）则把海南低地的热带常绿林称为热带常绿季雨林（Tropical evergreen monsoon forest①）。蒋有绪等（1998）把海南低地的大多数热带常绿林划归为热带常绿季雨林。胡玉佳等（1992）较系统地研究了海南的热带常绿森林，把海拔 900 m 以下地区的热带常绿林称低地雨林（Lowland rain forest），把海拔 640 ~ 1 300 m 的山地区的热带常绿林称山地雨林，这种分类较接近理查（Richards，1952）的经典热带雨林分类。

研究海南热带雨林的学者大多认为海南的热带雨林是我国面积最大、最典型的热带雨林，而研究云南热带雨林的学者又多认为云南南部的热带雨林是东南亚热带雨林北部边缘的典型代表。云南南部和海南具有不同的地质历史，云南南部的地质基础主要来自冈瓦那古陆，而海南则是属于劳亚古陆的印度支那板块的一部分（Audley – Charles，1987；Metcalfe，1998）。云南与海南的热带雨林有什麽异同，它们与亚洲热带雨林的关系及性质特点，阐明这些问题，无疑在我国热带雨林生物多样性保护研究上，在中国植被地理和植物区系地理研究上均有较高的参考价值。

1　群落优势科的比较

西双版纳热带雨林与海南热带森林群落优势科（种数%、IVI）的比较见表 1 和表 2。

西双版纳的热带雨林与海南低地热带雨林和热带季雨林群落以种数百分比排名的前 10 名优势科组成很接近，显然属于同样性质的植物区系。在海南低地热带雨林和热带季雨林中，木樨科、梧桐科和芸香科、紫金牛科不在西双版纳的热带雨林优势科之列。西双版纳的热带雨林中，肉豆蔻科不在海南热带森林群落优势科之列。在西双版纳热带雨林的各群落类型，如在龙脑香雨林中，还有柿树科、藤黄科，在大药树、龙果林中还有榆科，在番龙眼、千果榄仁林中还有漆树科、榆科和柿树科不在海南热带森林群落优势科之列。

以重要值排名在前的优势科组成来比较，亦有类似的结果。西双版纳热带雨林与海南热带雨林群落按重要值排名在前的优势科组成基本一致，尽管一些科的先后次序有些不同。在海南热带雨林群落的优势科中，仅木樨科和大风子科不在西双版纳热带雨林优势科之列。同样，西双版纳的热带雨林中，亦是肉豆蔻科不在海南热带雨林群落优势科之列。西双版纳的龙脑香雨林中，铁青树科、橄榄科、毒鼠子科，大药树、龙果林中榆科、玉蕊科、四数木科和蝶形花科，番龙眼、千果榄仁林中使君子科、漆树科、榆科、橄榄科和紫葳科不在海南热带雨林群落优势科之列。无论在种数百分比还是重要值上，肉豆蔻科在西双版纳的热带雨林中均占有较重要地位，而木樨科和桃金娘科在海南热带雨林群落中占有较重要地位。尽管西双版纳的热带雨林分布的纬度和海拔更高，但热带亚洲植物区系的特色更为浓厚，意味着在发生和发展上受热带亚洲植物区系的影响更强烈。

2　群落垂直结构特征的比较

与海南的热带湿润雨林、常绿季雨林、山地雨林（广东植物研究所，1976）群落垂直结构特征的比较见表 3。

在垂直结构特征上，西双版纳的热带雨林与海南的热带湿润雨林最接近，其次是海南

① 实为常绿雨林（Tropical evergreen rain forest），下同。

的热带常绿季雨林，而与山地雨林的差异较大。海南的沟谷雨林被认为是最接近赤道热带雨林的类型，西双版纳的热带雨林，特别是龙脑香雨林在群落结构上与它最为接近，应属于同种类型的植被。

表 1 西双版纳热带雨林与海南热带雨林群落优势科种数百分比的比较

Table 1 Comparison of dominant families in the tropical rain forests between Xishuangbanna and Hainan with references to their species percentage

西双版纳热带林（Tropical rain forests in Xishuangbanna，Yunnan SW China）

龙脑香雨林 Dipterocarp rain forest（Area：1.04 hm² Total no.of tree species：125 > 5 cm DBH）			大药树、龙果林 *Antiaris* – *Pouteria* rain forest（Area：1.25 hm² Total no.of tree species：131 > 5 cm DBH）			番龙眼、千果览仁林 *Pometia* – *Terminalia* rain forest（Area：1.4625 hm² Total no.of tree species：140 > 5 cm DBH）		
级 序 Rank	科名 Family	种数% Sp%	级 序 Rank	科名 Family	种数% SP%	级序 Rank	科名 Family	种数 No.Sp.
1	樟科 Lauraceae	11.2	1	大戟科 Euphorbiaceae	9.9	1	大戟科 Euphorbiaceae	9.3
2	桑科 Moraceae	8.0	2	樟科 Lauraceae	9.2	1	桑科 Moraceae	9.3
3	大戟科 Euphorbiaceae	7.2	3	楝科 Meliaceae	7.6	1	樟科 Lauraceae	9.3
3	楝科 Meliaceae	7.2	4	桑科 Moraceae	5.3	4	楝科 meliaceae	6.4
5	壳斗科 Fagaceae	5.6	5	番荔枝科 Annonaceae	4.6	5	番荔枝科 Annonaceae	6.2
6	肉豆蔻科 Myristicaceae	3.2	5	无患子科 Sapindaceae	4.6	6	漆树科 Anacardiaceae	4.3
6	柿树科 Ebenaceae	3.2	5	茜草科 Rubiaceae	4.6	7	榆科 ulmaceae	3.6
6	番荔枝科 Annonaceae	3.2	8	肉豆蔻科 Myristicaceae	3.8	8	肉豆蔻科 Myristicaceae	2.9
9	无患子科 Sapindaceae	2.4	8	桃金娘科 myrtaceae	3.8	9	无患子科 Sapindaceae	2.3
9	藤黄科 Guttifferae	2.4	10	榆科 Ulmaceae	3.1	9	柿树科 Ebenaceae	2.3

海南热带林（Tropical forests in Hainan，S China）

低地（龙脑香）热带雨林 Lowland dipterocarp rain forest[1)]（1.0 hm²，249 tree species > 1.5 m high）			热带山地雨林 Tropical montane rain forest[2)]（0.5 hm²，177 tree species > 2.5 cm DBH）			热带常绿雨林 Tropical evergreen rain forest[3)]（1.0 hm²）		
级 序 Rank	科名 Family	种数% Sp%	级 序 Rank	科名 Family	种数% SP%	级序 Rank	科名 Family	种数 No.Sp.
1	樟科 Lauraceae	10.0	1	樟科 Lauraceae	12.4	1	大戟科 Euphorbiaceae	34
2	大戟科 Euphorbiaceae	9.6	2	茜草科 Rubiaceae	6.2	2	茜草科 Rubiaceae	17
3	茜草科 Rubiaceae	6.0	2	壳斗科 Fagaceae	6.2	3	桑科 Moraceae	16
4	番荔枝科 Annonaceae	4.8	4	大戟科 Euphorbiaceae	5.1	3	樟科 Lauraceae	16
4	壳斗科 Fagaceae	4.8	5	山矾科 Symplocaceae	4.5	5	无患子科 Sapindaceae	14
6	桑科 Moraceae	4.0	5	木樨科 Oleaceae	4.5	6	楝科 meliaceae	12
6	桃金娘科 Myrtaceae	4.0	5	桃金娘科 Myrtaceae	4.5	7	芸香科 Rutaceae	9
8	楝科 Meliaceae	3.6	8	冬青科 Aquilifoliaceae	2.8	7	紫金牛科 Myrsinaceae	9
8	木樨科 Oleaceae	3.6	8	茶茱萸科 Icacinaceae	2.8	9	番荔枝科 Annonaceae	8
10	梧桐科 Sterculiaceae	3.2	8	夹竹桃科 Apocynaceae	2.8	9	桃金娘科 Myrtaceae	8

1）胡玉佳等，1992. 2）安树青等，1999. 3）广东植物研究所，1976.

3 生活型谱的比较

海南热带森林的生活型谱，尽管已发表了许多研究论文，但因划分归类标准不同及物种统计资料的详略不同，可供直接、详细的比较的资料不多。例如，有的未列出藤本和附生植物（胡玉佳等，1992），有的生活型谱总和大于 100%（海南尖峰岭热带山地雨林，黄全等，1986）。根据现有的可供比较的资料（蒋有绪等，1998），将西双版纳热带雨林与海南的一些代表热带森林群落生活型组成或生活型谱的比较列于表 4 和图 1。

西双版纳热带雨林不同类型群落生活型谱很类似，均为同样性质的植被类型。与海南龙脑香雨林相比，西双版纳热带雨林藤本植物比例显然较高，而后者的中、小高位芽植物比例相对较高，后者未见列出附生植物和地上芽植物，若事实果真如此，则西双版纳的热带雨林更接近典型热带雨林，与海南龙脑香雨林差异较大。与海南的常绿季雨林相比，西双版纳热带雨林附生植物和大

表 2　西双版纳热带雨林与海南热带雨林群落优势科重要值的比较

Table 2　Comparison of dominant families in the tropical rain forests between Xishuangbanna and Hainan with references to their accumulative IVI

西双版纳热带林(Tropical rain forests in Xishuangbanna, S Yunnan)									海南热带雨林(Tropical rain forest in Hainan)		
龙脑香雨林 Dipterocarp rain forest Area:1.04 hm^2 Total no.of tree species:125 > 5 cm DBH			大药树、龙果林 *Antiaris* – *Pouteria* rain forest Area:1.25 hm^2 Total no.of tree species:131 > 5 cm DBH			番龙眼、千果览仁林 *Pometia* – *Terminalia* rain forest Area:1.4625 hm^2 Total no.of tree species:140 > 5 cm DBH			低地(龙脑香)热带雨林 Lowland dipterocarp rain forest 1.0 hm^2, 249 tree species > 1.5 m high[1]		
级序 Rank	科名 Name of family	IVI	级序 Rank	科名 Name of family	IVI	级序 Rank	科名 Name of family	IVI	级序 Rank	科名 Name of family	IVI
1	龙脑香科 Dipterocarpaceae	68	1	樟科 Lauraceae	39.05	1	大戟科 Euphorbiaceae	37.67	1	龙脑香科 Dipterocarpaceae	82.9
2	樟科 Lauraceae	25.6	2	桑科 Moraceae	26.35	2	无患子科 Sapindaceae	32.11	2	大戟科 Euphorbiaceae	28.2
3	大戟科 Euphorbiaceae	24.3	3	榆科 Ulmaceae	26.07	3	使君子科 Combretaceae	19.17	3	无患子科 Sapindaceae	23.5
4	无患子科 Sapindaceae	15.9	4	番荔枝科 Annonaceae	24.3	4	桑科 Moraceae	19.13	4	茜草科 Rubiaceae	15.8
5	楝科 Meliaceae	15.4	5	大戟科 Euphorbiaceae	23.31	5	漆树科 Anacardiaceae	16.55	5	梧桐树 Sterculiaceae	13.2
6	桑科 moraceae	15.3	6	楝科 Meliaceae	16.87	6	番荔枝科 Annonaceae	14.96	6	桑科 Moraceae	12.8
7	壳斗科 Fagaceae	14.4	7	无患子科 Sapindaceae	14.95	7	樟科 Lauraceae	14.28	7	番荔枝科 Annonaceae	11.7
7	藤黄科 Guttifferae	14.4	8	玉蕊科 Barringtoniaceae	11.85	8	肉豆蔻科 Myristicaceae	11.25	8	樟科 Lauraceae	11.0
9	茶茱萸科 Icacinaceae	13.9	9	茜草科 Rubiaceae	11.58	9	柿树科 Ebenaceae	9.91	9	柿树科 Ebenaceae	9.5
10	肉豆蔻科 myristicaceae	9.7	10	藤黄科 Guttifferae	11.31	10	榆科 ulmaceae	8.76	10	桃金娘科 Myrtaceae	5.9
11	柿树科 Ebenaceae	7.5	11	肉豆蔻科 Myristicaceae	10.81	11	橄榄科 Burseraceae	8.64	11	楝科 Meliaceae	4.9
12	番荔枝科 Annonaceae	6.7	12	四数木科 Datiscaceae	8.1	12	梧桐科 Sterculiaceae	8.11	12	木樨科 Oleaceae	4.8
13	茜草科 Rubiaceae	5.1	13	蝶形花科 Papilionaceae	7.73	13	藤黄科 Grttifferae	7.34	13	藤黄科 Grttifferae	4.6
14	橄榄科 Burseraceae	4.7	14	桃金娘科 Myrtaceae	7.00	14	楝科 Meliaceae	7.1	13	壳斗科 Fagaceae	4.6
14	毒鼠子科 Dichapetalaceae	4.7	15	芸香科 Rutaceae	6.05	15	紫葳科 Bignoniaceae	5.97	15	大风子科 Flacourtiaceae	4.2

表 3 西双版纳热带雨林与海南一些代表热带森林群结构特征的比较

Table 3 Comparison of forest profile between the tropical rain forest in Xishuangbanna and some tropical forest types in Hainan

森林类型	海拔(m)	乔木分层	乔木下层(C)		乔木中层(B)		乔木上层(A)		林冠构成	散生巨树
			高度(m)	树冠	高度(m)	树冠	高度(m)	树冠		
西双版纳热带雨林	600 – 900	不明显	6 – 20	连续	18 – 30	连续	30 – 60	不连续	B + C	常见
海南热带湿润雨林	< 500	不明显	6 – 15	连续	15 – 25	连续	25 – 40	不连续	B + C	稀少
海南常绿季雨林	< 500	不明显	5 – 8	连续	9 – 18	连续	18 – 25	不连续	B + C	稀少或无
海南山地雨林	> 600	明显	3 – 10	不连续	10 – 18	不连续	25 – 30	连续	A	无

表 4 西双版纳热带带雨林与海南热带雨林群落生活型谱的比较

Table 4 Comparison of life form spectra between the tropical rain forests in Xishuangbanna and those in Hainan

森林类型 Forest type	生活型 Life form	附生植物 Epiphyte	藤本植物 Liana	大高位芽 Megaph	中高位芽 Mesoph	小高位芽 Microph	矮高位芽 Nanoph	草本高位芽 H.ph	地上芽 Ch.	地面芽 H	地下芽 G
西双版纳龙脑香雨林	种数%	8.3	20.3	7.2	27.1	12.1	8.3	4.2	7.5	0	1.9
西双版纳人面子、番龙眼林	种数%	10.9	18.2	6.7	26.7	13.3	7.9	6.7	9.1	0	0.6
西双版纳大药树、龙果林	种数%	4	18.3	9.7	28	15.4	9.7	4.6	8.6	0	1.9
海南龙脑香雨林3)	种数%	0	6.3	7.3	37.5	33.3	12.5	0	0	2.1	1.1
海南热带常绿季雨林1)	种数%	1.2	21.7	1.2	28.9	39.8	7.2	0	0	0	0
海南热带山地雨林(尖峰岭)1)	种数%	5.4	13.3	3	46.4	21.1	10.2	0	0	0.6	0
海南热带山地雨林(霸王岭)2)	种数%	5.5	11.2	11.8	35.8	19.7	7.7	0	4.5	3.1	1.7

1)蒋有绪等,1998； 2)胡玉佳等,1992； 3)胡玉佳等,1982.

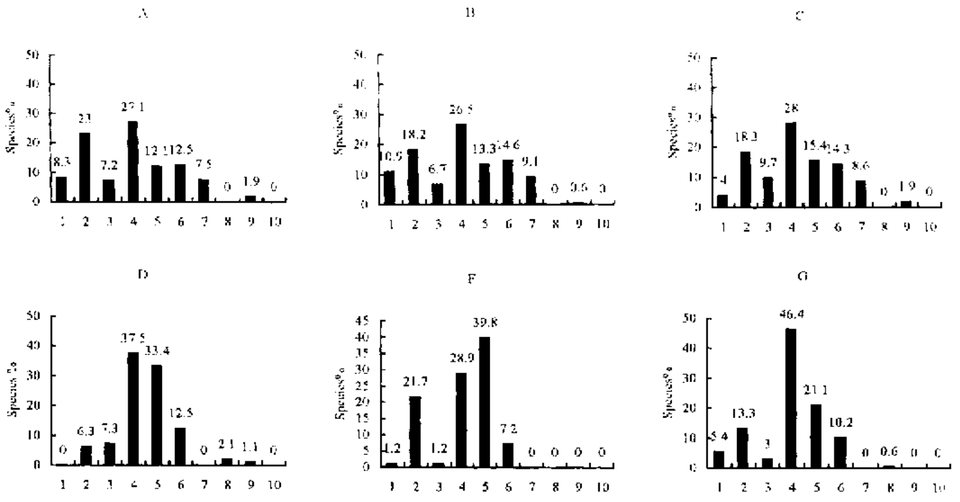

图 1　西双版纳热带雨林与海南热带雨林群落生活型谱的比较

Fig.1 Comparison of life form spectra of the tropical rain forests between Xishuangbanna and Hainan

A：西双版纳龙脑香雨林（Dipterocarp rain forest，Xishuangbanna）；B：西双版纳番龙眼、千果榄仁林（Pometia – Terminalia rain forest，Xishuangbanna）；C：西双版纳大药树、龙果林（Antiaris – Pouteria rain forest，Xishuangbanna）；D：海南龙脑香雨林（Dipterocarp rain forest，Hainan）；F：热带常绿季雨林（海南尖峰岭）（Tropical evergreen rain forest，Hainan）；G：热带山地雨林（海南尖峰岭）（Tropical montane rain forest，Hainan）

1.Epiphyte：附生植物；2.Liana：藤本植物；3.Megaphanerophyte：大高位芽植物；4.Mesophanerophyte：中高位芽植物；5.Microphanerophyte：小高位芽植物；6.Nanophanerophyte：矮高位芽植物；7.Chamaephyte：地上芽植物；8.Hemicryptogamae：地面芽植物；

9.Geophyte：地下芽植物；10.Therophyte：一年生植物

高位芽植物比例较高，后者则小高位芽植物比例较高，后者未见列出习称的草本植物类，不知其真实情况如何，但就高位芽植物来看，西双版纳的热带雨林亦是更接近典型热带雨林。西双版纳的热带雨林尽管发生在热带北缘山地，但它的生活型谱基本上是低地热带雨林的生活型谱，与海南热带山地雨林的生活型谱有明显差异。

4　叶级谱的比较

叶级谱的比较见图 2。西双版纳热带雨林叶级谱与海南山地雨林（黄全等，1986）较接近，中叶比例占 70%以上。海南常绿季雨林小叶比例高，与版纳热带雨林叶级谱差别明显。山地雨林小叶比例增大是由于海拔增高热量不足，常绿季雨林小叶比例增大则主要是强烈的季节性干旱影响。

海南六连岭的热带雨林据报道（广东植物研究所，1976）叶级谱中叶比例高达 80%以上，小叶比例仅 4.7%。海南的所谓热带常绿季雨林叶级谱，尽管不同的人统计结果有较大差异，如无翼坡垒林按胡玉佳（1982）统计小叶占 53.6%，低地龙脑香林按胡玉佳（1992）统计小叶占 41.4%，按蒋有绪等（1998）和黄泉等统计小叶占 14.5%，和 13.4%，“广东植被”（1976）中统计则为 28.6%，其小叶比例应比西双版纳的热带季节雨林要高。

西双版纳热带雨林与海南龙脑香雨林及山地雨林不同生活型叶级谱比较见表 5。版纳热带雨

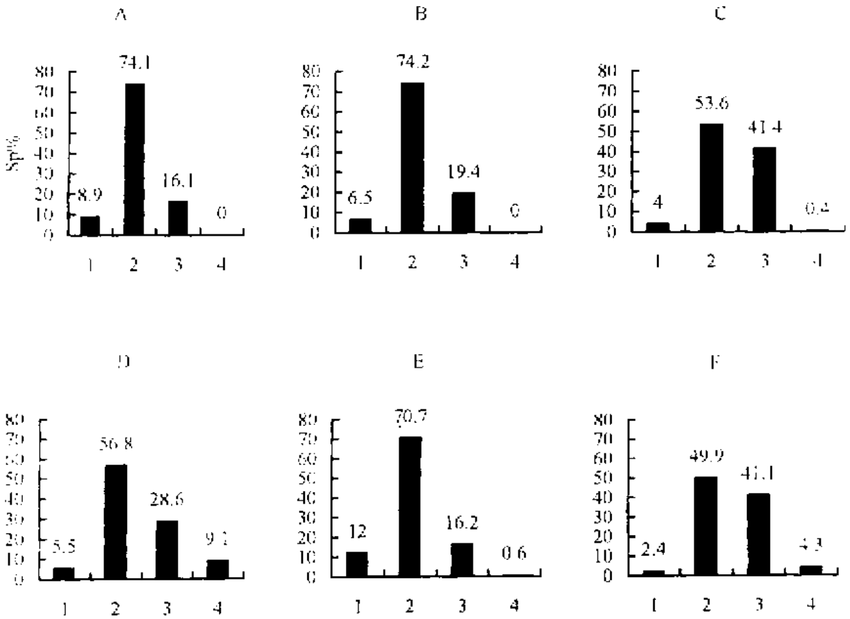

图2　西双版纳龙热带雨林与海南热带雨林群落叶级谱的比较

Fig.2　Comparison of life size spectra of tropical rain forests between Xishuangbanna and Hainan

A：**西双版纳沟谷雨林**（Ravine rain forest，Xishuangbanna）；B：**西双版纳低丘雨林**（Lower hill rain forest，Xishuangbanna）；C：**海南龙脑香雨林**（Dipterocarp rain forest，Hainan）；D：**海南热带常绿季雨林（尖峰岭）**（Tropical evergreen rain forest，Jianfengling，Hainan）；E：**海南热带山地雨林（尖峰岭）**（Tropical montane rain forest，Jianfengling，Hainan）；F：**海南山地雨林（霸王岭）**（Tropical montane rain forest，Bawangling，Hainan）

1. **大叶** Macrophyll 2. **中叶** Mesophyll；3. **小叶** Microphyll；4. **微叶** Nanophyll

林乔木层叶级多样性较海南低地龙脑香雨林大，亦即前者有从巨叶到小叶4种叶级，后者仅中叶和小叶2种叶级，但较海南山地雨林小，海南山地雨林有从巨叶到鳞叶6种叶级。版纳热带雨林大叶主要出现在附生植物中，其次是草本植物，中、下层乔木；中叶在上层乔木中有最高比例（占94.8%），其次是下层乔木；小叶则在藤本植物和灌木中有最高比例，其次是中层乔木和附生植物。海南低地龙脑香雨林木本植物中大叶主要出现在灌木中，中叶在中层乔木中有最高比例，其次是下层乔木和灌木；小叶则在上层乔木中比例最高。海南山地雨林大叶主要出现草本植物中，其次是附生植物；中叶在中层乔木（相当于中高位芽植物）中有最高比例，其次是藤本植物；小叶在灌木（相当于矮高位芽植物）中比例最高，其次是下层乔木（相当于小高位芽植物）及上层乔木（相当于大高位芽植物）。这些不同因比较的样本数太少还难以作出解释。

5　叶质、叶缘、叶型谱的比较

叶质、叶缘、叶型谱也是森林群落重要的生态特征，在不同的植被类型之间差异明显，但在相近的植被类型或同一植被类型的不同亚型、不同群系间差异不很大。叶质的标准由于不好掌握，例如近革质和厚纸质，是归于革质还是纸质常难以决定，往往因人而异，以致同一种群落类型不

同的人统计的叶质谱差异很大。例如，同是海南尖峰岭，热带常绿季雨林的叶质谱按黄全等（黄全等 .1986）的统计，革质（包括厚革质）叶占 57.8%，按胡婉仪（1985）的统计，革质叶占 82%；同样，山地雨林叶质谱按黄全等革质叶占 52.6%，而按胡婉仪则占 82%，相差近 30%。叶缘和叶型虽标准清楚，但因统计的种数不一样，结论也不一样。如黄全等（1986）、胡婉仪（1985）和胡玉佳（1997）的统计结果差异亦较大。因此，在做叶质、叶缘、叶型谱的比较，特别是叶质谱的比较时，要尽可能用类似的统计标准。

表 5　西双版纳龙脑香雨林与海南龙脑香雨林及山地雨林不同生活型叶级谱比较

Table 5　Comparison of leaf scale spectra of different life forms in the dipterocarp rain forest between Xishuangbanna and Hainan

森林类型 Forest type	生活型 Life form	巨叶 GI sp%	大叶 MA sp%	中叶 ME sp%	小叶 MI sp%	微叶 NA sp%	鳞叶 LE sp%
西双版纳龙脑香雨林 Dipterocarp rain forest Xishuangbanna	上层乔木 Upper tree	-	-	94.8	5.2	-	-
	中层乔木 Middle tree	2.2	11.2	64.4	22.2	-	-
	下层乔木 Lower tree		10.4	75.0	14.6	-	-
	灌木 Shrub		2.9	64.7	32.4	-	-
	木本植物合计 All of woody plants	0.7	7.5	71.9	19.9	-	-
	草本 Herb	-	11.1	69.4	16.7	-	2.8
	藤本 Liana	-	-	64.0	34.4	1.6	-
	附生 Epiphyte	-	18.2	45.5	22.7	13.6	-
海南龙脑香雨林 Dipterocarp forest，Hainan（胡玉佳等，1992）	上层乔木 Upper tree	-	-	25.0	75.0	-	-
	中层乔木 Middle tree	-	-	71.4	28.6	-	-
	下层乔木 Lower tree	-	-	66.7	33.3	-	-
	灌木 Shrub	12.5		50.0	37.5	-	-
	木本植物合计 All of woody plants	0.6	4.0	53.6	41.4	0.4	0
海南山坝王岭地雨林 Tropical montane rain forest Hainan（胡玉佳等，1992）	大高位芽 Megaph		3.4	40.7	44.1	3.4	8.5
	中高位芽 Mesoph	1.1	2	62.8	29.1	3.9	1.1
	小高位芽 Microph	-	3.6	37.1	54.3	5.1	-
	矮高位芽 Nanoph	-		36.4	58.4	5.2	-
	木本植物合计 All of woody plants	0.5	2.4	49.9	41.1	4.3	1.9
	草本 Herb	-	22.6	29	33.3	15.1	-
	藤本 Liana	-	3.6	58.9	31.3	6.3	-
	附生 Epiphyte	-	7.3	18.2	30.9	30.9	12.7

表 6　西双版纳热带雨林与海南热带雨林群落叶质、叶缘、叶型的比较

Table 6　Comparison of leaf texture，leaf margin and leaf type spectra in the tropical rain forest between Xishuangbanna and Hainan

森林类型 Forest type	叶质 Leaf texture		叶缘 Leaf margin		叶型 Leaf type	
	革质% Leathery	纸质% Papery	全缘% Entire	非全缘% Non – entire	单叶% Simple	复叶% Comp.
西双版纳热带雨林（Tropical rain forest，Xishuangbanna）	45.5	54.5	80	20	78.6	21.4
海南热带常绿季雨林（尖峰岭）（Tropical evergreen rain forest，Hainan）[1]	57.8	42.2	84.8	15.2	81.5	18.5
海南热带山地雨林（尖峰岭）（Tropical montane rain forest，Hainan）[2]	56.2	43.8	80.7	19.3	76.1	23.9
海南龙脑香雨林（Dipterocarp rain forest，Hainan）[3]			95.4	4.6	90.4	9.6

1、2. 黄全等，1986，蒋有绪等，1998.　3. Hu，1997.

版纳热带雨林以纸质叶比例较高为特征（表 6）。

总结来说，与海南各种热带森林植被相比，版纳热带雨林具有最接近海南低山湿润雨林的群落垂直结构特征，其雨林特点虽不如湿润雨林浓厚，但明显强于海南的热带常绿季雨林和山地雨林。海南常绿季雨林群落高度明显较矮，小叶比例通常较高，革质叶比例亦较高，群落具有明显的旱生特点。山地雨林是热带雨林在山地垂直带上的变型，群落高度较矮，A 层连续，成为林冠，无耸出巨树，分层明显，在生活型谱上大高位芽植物比例减少，附生植物丰富，并具有相当比例的地面芽植物；叶级虽以中叶占优势，但通常革质、非全缘和单叶比例较高，明显由于热量不足的影响而带有亚热带森林特色。相比之下，版纳热带雨林群落高大，分层不明显，B 层为林冠层，耸出巨树常见，具有低地湿润雨林的结构特征；生活型谱以高位芽植物占绝对优势，大、中高位芽植物相对较多，落叶树种比例小；以中叶、纸质、全缘和复叶比例较高为特征，非常接近湿润雨林。版纳热带雨林虽已处于雨林分布的水分、热量和海拔的极限条件，受到季节性干旱和热量不足的影响，由于特殊地势、地形的补偿，群落仍以雨林特征占优势，并且是热带北缘季节雨林植被中最接近湿润雨林的类型。

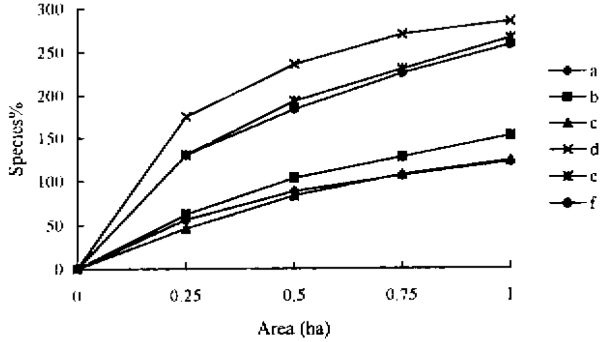

图 3　西双版纳热带季节雨林与海南热带雨林种数/面积曲线比较

Fig.3 Comparison of species/area curves of tropical seasonal rain forests between Xishuangbanna and Hainan

a，b and c. 西双版纳热带季节雨林（Tropical seasonal rain forest，Xishuangbanna）（DBH > 5 cm）；a. Dipterocarp rain forest；b. *Pometia – Terminalia* rain forest（from Cao *et al*.1996）；c. *Antiaris – Pouteria* rain forest；d，e and f. 海南热带雨林（Tropical rain forest，Hainan）（DBH > 3 cm）（胡玉佳，李玉杏，1992）

6　种类丰富度，径级分布及种 – 个体关系的比较

表 7 比较了版纳龙脑香雨林群落与相同或相近面积上海南的热带雨林群落的乔木种数

表 7　版纳热带雨林与海南热带雨林和山地雨林物种丰富度的比较

Table 7　Comparison of species richness between the rain forest in Xishuangbanna and the tropical rain forest and montane rain forest

森林类型 Forest type	面积 Area m^2	乔木径级（高度）DBH（H）	种数 No.sp.	株数 No.indiv.	株数/种数 Indiv./sp.
版纳龙脑香雨林[4]	2500	DBH > 5 cm	57	284	4.98
Dipterocarp rain forest	2500	DBH > 5 cm	56	186	3.32
Xishuangbanna	5000	DBH > 5 cm	84	471	5.67
海南龙脑香热带雨林 Dipterocarp rain forest，Hainan	2000	H > 1.5 cm	96	847	8.82
海南热带雨林 Tropical rain forest，Hainan					
六连岭[3]	2500	DBH > 4 cm	52	228	4.38
海南热带山地雨林 Tropical montane rain forest，Hainan					
五指山[1]	5000	DBH > 5 cm	117	671	5.75
五指山[1]	5000	DBH > 5 cm	114	666	5.84
吊罗山[2]	5000	DBH > 5 cm	118	632	5.28
尖峰岭[5]	2500	H > 1.5 m	125	579	4.63
尖峰岭[5]	2500	H > 1.5 m	120	510	4.25
尖峰岭[5]	2500	H > 1.5 m	71	354	4.99

1. 安树青等，1992；2. 王峥峰等，1999；3. 广东植物研究所，1976；4. Hu，1997；5. 彭少麟，1996

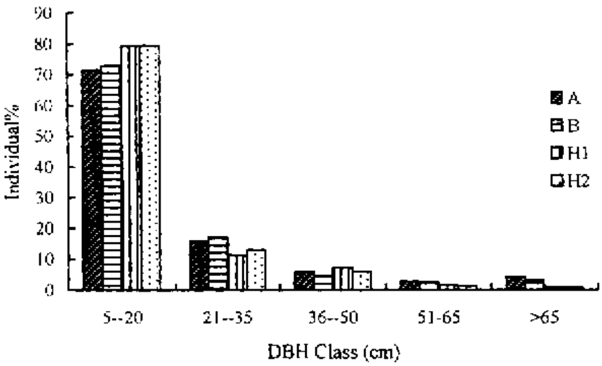

图 4　西双版纳热带季节雨林与海南热带山地雨林乔木径级分布的比较

Fig.4 Comparison of DBH distributions of tropical seasonal rain forest between Xishuangbanna and Hainan

A. 西双版纳龙脑香雨林（Dipterocarp rain forest，Xishuangbanna）；B. 西双版纳番龙眼、千果榄仁林（Pometia-Terminalia rain forest，Xishuangbanna）（Cao *et al*，1996）；H1. 海南山地雨林（Tropical montane rain forest，Hainan，plot 1）；H2. 海南山地雨林（Tropical montane rain forest，Hainan，plot 2）（王峥峰等，1999）

及种 – 个体关系。版纳热带雨林 2 500 m^2 和 5 000 m^2 面积上有胸径 5 cm 以上的乔木分别为 56 ~ 57 和 84 种，种 – 个体关系从 3.32 株/种到 5.67 株/种。海南六连岭低地热带雨林 2 500 m^2 面积上有胸径 4 cm 以上乔木 52 种，4.38 株/种。海南龙脑香雨林 2 000 m^2 林地上平均有高 1.5 m 以上的乔木 96 种，平均 8.8 株/种。海南热带山地雨林 2 500 m^2 面积上有高 1.5 m 以上乔木 71 ~ 125 种，5 000 m^2 面积上有胸径 5 cm 以上的乔木 114 ~ 118 种，种 – 个体关系从 4.25 株/种到 5.84 株/种。表 8 比较了版纳热带雨林与海南的热带雨林群落的乔木物种多样性指数，版纳热带雨林的乔木物种多样性指数似乎与海南的低地热带雨林相当，低于海南的山地雨林群落。结合表 7 的比较，海南的热带雨林群落种类丰富度不同人研究的结果差异较大，如海南六连岭低地热带雨林种类丰富度与版纳龙脑香雨林非常类似，但其它群落的数据则差异较大，如果这些用于比较的数据可靠和具有可比性的话，版纳的热带雨林的物种多样性要比海南的山地雨林的低。图 3 比较了西双版纳热带雨林与海南热带雨林种数/面积曲线，又得出意外的结果，所比较的海南的热带雨林物种多样性远比西双版纳热带雨林丰富。

乔木径级分布的比较见图 4。版纳热带雨林具有与海南热带山地雨林群落基本一致的乔木径级分布规律，但版纳热带雨林具有更多的大径级乔木，这也是版纳热带雨林单位面积乔木个体树不如海南的热带雨林和山地雨林多的原因。

7　西双版纳热带雨林的性质和归属

西双版纳的热带雨林是热带雨林植被的一个类型，在群落学上它相当于东南亚的热带半常绿雨林（Tropical semi – evergreen rain forest of Southeast Asia）（Whitmore，1984，1990）或印 – 缅的热带半常绿林（Tropical semi – evergreen forest of India – Burma）（Champion，1936）、热带澳洲的中叶型雨林（Mesophyll vine forest of Australian rain forest）（Webb，1959）、热带非洲的湿润常绿雨林（Moist evergreen type of African tropical rain forest）（Hall & Swaine，1976，1981）及热带美洲的常绿季节林（Evergreen seasonal forest of tropical America）（Beard，1944，1955）。由于西双版纳的热带雨林发育在东南亚季风热带北缘山地，它在群落外貌上有明显的季节变化（有一定比例的落叶树种存在），其区系成分又具有热带北部边缘和过渡性质，表现为一种在水分、热量和分布海拔上均到了极限条件的热带雨林类型，被称为热带季节雨林（曲仲湘等，1960；吴征镒主编，1980，1987；金振洲 1983；金振洲、欧

晓昆，1997；Zhu，1992，1997）。

西双版纳的热带季节雨林根据上层标志树种和群落生态外貌特征可以区分为低丘雨林和沟谷雨林2个群系组，各包括若干群系。二者相比，低丘雨林的物种多样性要小一些，附生植物相对少一些，小、矮高位牙植物和小叶、落叶树种比例稍高，在生态上向季雨林和热带山地的常绿阔叶林过渡，有更强的地方代表性。沟谷雨林则更接近典型的湿热带雨林。

表8 西双版纳热带雨林与海南热带森林物种多样性的比较

Table 8 Comparison of species diversity in the tropical rain forests between Xishuangbanna and Hainan

森林类型 Forest type	面积 Area (m^2)	乔木径级（高度）DBH（H）	多样性指数 H′
版纳龙脑香雨林	2500	DBH > 5 cm	4.56
Dipterocarp rain forest Xishuangbanna	2500	DBH > 5 cm	4.23
	Random[1]	DBH > 10 cm	5.61
海南龙脑香热带雨林[2] Dipterocarp rain forest，Hainan	2000	H > 1.5 m	4.69
海南热带雨林 Tropical rain forest，Hainan	2500	DBH > 4 cm	
六连岭			
海南热带山地雨林 Tropical montane rain forest			
霸王岭[3]			5.19
五指山[4]	5000	DBH > 5 cm	5.90
五指山[4]	5000	DBH > 5 cm	5.62
吊罗山[5]	5000	DBH > 5 cm	4.20
尖峰岭[6]	2500	H > 1.5 m	5.29
尖峰岭[6]	2500	H > 1.5 m	6.05
尖峰岭[6]	2500	H > 1.5 m	5.02

$H' = -\sum pi \log_2 pi$）

1. Cao，1994；2. Hu，1997；3. 陆 阳等，1986；4. 安树青等，1999；5. 王峥峰等.1999；6. 彭少麟，1996

西双版纳的热带雨林很接近海南岛局部残存的湿润雨林，但其上层乔木中具有一定比例的落叶树种存在和在叶级谱上小叶比例相对较高而又与它们有一些区别；西双版纳的热带雨林亦以群落高度最大，结构复杂，具有散生巨树，落叶树种比例相对较少，中叶、纸质、全缘叶及复叶比例相对较高，雨林特点浓厚而与海南的所谓常绿季雨林相区别；它也明显不同于通常群落高度较矮，分层明显，乔木A层连续，无耸出巨树，有相当比例的地面芽植物及革质非全缘叶和单叶比例较高的热带山地雨林。在种类丰富度的比较上，版纳的热带雨林的物种多样性似乎要比海南的热带雨林和山地雨林的低一些。因可供直接比较的可靠的资料较少，这个问题仍需进一步探讨。

在植物区系学特征上，版纳热带雨林植物区系属于热带亚洲区系的一部分，应属于热带亚洲或印度－马来西亚热带雨林群系。

致谢 蔡琳女士帮助资料、文字录入，曹敏研究员在学术讨论上给予很大帮助。

〔参 考 文 献〕

广东植物研究所，1976. 广东植被［M］. 北京：科学出版社，41—97

吴征镒主编，1980. 中国植被［M］. 北京：科学出版社，363—397

吴征镒主编，1987. 云南植被［M］. 北京：科学出版社，97—143

胡玉佳，李玉杏，1992. 海南岛热带雨林［M］. 广州：广东高教出版社，60—62

蒋有绪，郭泉水，马娟等，1998. **中国森林群落分类及其群落学特征**［M］. **北京：科学出版社，**234—293

An SQ **（安树青），**Zhu XL **（朱学雷），**Wang ZF **（王峥峰）** *et al*，1999. The plant species diversity in a tropical montane rain forest on Wuzhi Mountain，Hainan［J］. *Acta Ecologica Sinica* **（生态学报），19**（6）：803—809

Audley-Charles MG，1987. Dispersal of Gondwanaland：relevance to evolution of theangiosperms. In：T C Whitmore ed. Biogeographical Evolution of the Malay Archipelago［M］. Oxford：Clarendon Press，5—25

Beard JS，1944. Climax vegetation in tropical America［J］. *Ecology*，**25**：127—158

Beard JS，1955. The classification of tropical American vegetation types［J］. *Ecology*，**36**：359—412

Cao M，1994. A preliminary report on the species diversity of *Shorea chinensis* forest in southwest China［J］. *Journ Trop For Sci*，**6**（1）：1—7

Cao M，Zhang J，Feng Z *et al*，1996. Tree species composition of a seasonal rain forest in Xishuangbanna，Southwest China［J］. *Tropical Ecology*，**37**（2）：183—192

Champion HG A，1936. Preliminary survey of the forest types of India and Burma［J］. *Ind Forest Rec*（New Series），Silviculture **1.** No. 1New Delni. I：1－286

Hall JB，Swaine MD. 1976. Classification and ecology of closed-canopy forest in Ghana［J］. *J Ecology*，**64**：913—953

Hall JB，Swaine DM，1981. Distribution and ecology of vascular plant in a tropical rain forest-Forest vegetation in Ghana. In M J A Werger ed. Geobotany 1［M］. London：Dr W. Junk Publishers.

Hu WY **（胡婉仪），**1985. The Vegetation belts and forest types of Jianfengling Moutain，Hainan Island［J］. *Acta Phytoecologica et Geobotanic Sinica* **（植物生态学与地植物学丛刊），9**（4）：286—296

Hu YJ **（胡玉佳），**1982. Hopea exalata forest of Hainan Island［J］. Tropical and Subtropical Forest Ecosystem **（热带亚热带森林生态系统研究），I**：251—271

Hu YJ，1997. The dipterocarp forest of Hainan Island，China［J］. *J Trop For Sci*，**9**（4）：477—498

Huang Q **（黄全），**Li YD **（李意德），**Zheng DZ **（郑德璋）** *et al*，1986. Study of tropical vegetation series in Jianfengling Region，Hainan［J］. Acta phytoecologica et Geobotanic Sinica **（植物生态学与地植物学丛刊），10**（2）：90—106

Jin ZZ **（金振洲），**1983. The characteristics of tropical rain forest and seasonal rain forest in Yunnan［J］. *Journal of Yunnan University* **（云南大学学报），**1983（1、2）：197—205

Jin ZZ **（金振洲），**Ou XK **（欧晓昆），**1997. The Diversity features of plant community types in the tropical rain forest vegetation of Xishuangbanna，Yunnan［J］. *Acta Botanica Yunnanica* **（云南植物研究），**Suppl. IX：1—30

Li YD **（李意德），**1997. COmmunity characteristics of tropicl mountain rain forest in Jianfengling，Hainan Island［J］. *Journal of Tropical and Subtropical Botany* **（热带亚热带植物学报），5**（1）：18—26

Lu Y **（陆阳），**Li MG **（李鸣光），**Huang YW **（黄雅文）** *et al*，1986. Vegetation of Bawangling Gibbon natural reserve，in Hainan Island［J］. *Acta Phytoecologicfa et Geobotanic Sinica* **（植物生态学与地植物学丛刊），10**（2）：106—114

Metcalfe I，1998. Palaeozoic and Mesozoic geological evolution of the SE Asia region：multidisciplinary contraints and implications for biogeography. In Hall R，J D Holloway ed. Biogeography and Geological Evolution of SE Asia［M］. Leiden：Backbuys Publishers，25—41

Richards PW，1952. The Tropical Rain Forest［M］. London：Cambridge University Press

Qu ZX **（曲仲湘），**1960. Nature Reserve of Yunnan［J］. *Journal of Yunnan University*（Nat. Sci. Edit.）（Special volume for vegetation of nature reserve of Yunnan）**（云南大学学报，自然科学版（云南自然保护区植被专号），1**：1—4

Wang H **（王洪），**Zhu H **（朱华），**Li BG **（李保贵），**1997. Vegetation on limestone in Xishuangbanna，southwest China［J］. *Guihaia* **（广西植物），17**：101—117

Wang XP **（王献溥），**Sun SZ **（孙世洲），**1998. Study of limestone seasonal rain forest classification in Guangxi［J］. *Bulletin of Botanical Research* **（植物研究），18**（4）：428—460

Wang ZF **（王峥峰），**An SQ **（安树青），**David G. Campell，*et al*，1999. Biodiversity of the montane rain forest in Diaoluo Mountain，Hainan［J］. *Acta Ecologica Sinica* **（生态学报），19**（1）：61—65

Webb LJ，1959. A physiognomic classification of Australian rain forests［J］. *Journal of Ecology*，**47**：551—570

〔下转 16 **页〕**